

Feuer braucht ...

Experimente zur Verbrennung und Löschmethoden



Illustrationen: Barbara Gerth

Wie kann Feuer entstehen und wie löscht man einen Brand? Antworten erarbeiten die Kinder an Experimentierstationen.

Von Anja Göhring, Christina Priller und Suzanne Friedrich

Kinder haben selten eine Vorstellung davon, was in den Naturwissenschaften unter Verbrennungen verstanden wird: Es handelt sich um chemische Reaktionen, das heißt, Stoffumwandlungen. Erfahrungen aus dem Alltag (z. B. „Feuer vernichtet“) können das Erlernen der naturwissenschaftlichen Konzepte erschweren.

Schülervorstellungen zur Verbrennung

Lernen wird in der Naturwissenschaftsdidaktik häufig als Konzeptwechsel bezeichnet. Gemeint ist damit der Übergang von den (aus naturwissenschaftlicher Sicht teilweise falschen oder fehlerhaften) Schüler-

vorstellungen hin zu den naturwissenschaftlichen wünschenswerten Konzepten. Lehrende sollten mit typischen Schülervorstellungen zur Verbrennung vertraut sein, um auftretenden Lernschwierigkeiten angemessen begegnen und Lerner individuell fördern zu können. Denn wenn die (natur)wissenschaftlichen Konzepte konträr zu den Alltagsvorstellungen und -erfahrungen der Schülerinnen und Schüler stehen, dann kann es zu kognitiven Konflikten und teils gravierenden Lernschwierigkeiten kommen.

Björn R. Anderson (vgl. 1986, 1990) schlägt folgende Kategorien zur Klassifizierung der Schülervorstellungen zur Thematik „Feuer und Verbrennung“ vor, wobei diese Stufen weder kontinuierlich noch konsistent von den Lernern durchlaufen werden müssen:

- „Disappearance“: Der ursprüngliche Stoff verschwindet, ein neuer Stoff mit neuen Eigenschaften entsteht. Schüler können keine Erklärung für das Verschwinden eines Stoffes geben (vgl. Rahayu/Tytler 1999).
- „Displacement“: Ein Stoff wird durch einen anderen ersetzt, z. B. in dem er seine Position ändert. Die Substanz ändert sich nicht, das Produkt der Verbrennung wird bereits im Ursprungsstoff vermutet (vgl. Dunker 2010, S. 69).
- „Modification“: Stoffe ändern sich nicht bei der Verbrennung, sie erhalten lediglich neue Eigenschaften.
- „Transmutation“: Ein Stoff wird in einen anderen Stoff überführt, ohne dass Wechselwirkungen stattfinden.

Thema		Inhalt der Stationen
Die drei Bedingungen der Verbrennung (M1, S.12-13)	Brennbares Material	1a Was brennt? (M2, S.14) (Pflicht) 1b Zerteilungsgrad des Brennstoffes (M3)
	Entzündungstemperatur	2a Entzündungstemperatur unabhängig von Kontakt zur Zündquelle (M4, S.15) (Pflicht) 2b Herabsetzen der Temperatur mit Hilfe von Wasser (M5)
	Sauerstoff	3 Brenndauer abhängig von der Menge des Sauerstoffs (M6, S.17) (Pflicht)
		4a Was brennt bei einer Kerze? (M7) 4b Was entsteht bei der Verbrennung? – Verbrennung als „Verwandlung“ (M8)
Ausgangsstoffe und Produkte bei der Verbrennung		
Löschen eines Brandes	Wegnehmen mindestens einer Bedingung	5a Brennbares Material (Auspusten) (Pflicht) Entzündungstemperatur (Kühlen) Sauerstoff (Abdecken) (M9, S. 18-19)
		5b Zugabe von CO ₂ (Feuerlöscher) (M10)
	Brände, die man nicht mit Wasser löschen darf	5b Elektrobrand Fettbrand (M10)

Abb. 1: die Experimentierstationen

Die Schüler vermischen dabei Hitze, Flamme, Energie, Stoff etc.

- „Chemical Interaction“: Der Ausgangsstoff reagiert mit einem anderen (Sauerstoff) zu einem neuen Stoff.

Im Folgenden werden einige dieser Kategorien genauer erläutert.

Das Wachs verschwindet

Eine Kerze wird mit zunehmender Brenndauer immer kleiner, das Wachs scheint zu verschwinden („Disappearance“). Nach Hans-Dieter Barke gelangen Lernende so fast zwangsläufig zu einem „Vernichtungskonzept“, das durch eine entsprechende Alltagssprache auch noch unterstützt wird: Dinge „ver“-brennen vollständig oder „ver“-kohlen etc. (vgl. Barke 2006, S. 42). Ziel des naturwissenschaftlichen Unterrichts muss es nach Barke bereits in der Grundschule sein, [...] „dass die Schüler mit der Reflexion umgangssprachlicher Ausdrücke beginnen“ (Barke 2006, S. 29).

Das Wachs hat neue Eigenschaften

Mehr als ein Fünftel der Erklärungen von Schülern im Alter von sechs Jahren für das Phänomen Verbrennung sind dem Konzept der Modifikation zuzuordnen (vgl. Rahayu/Tytler 1999). Die Kinder bleiben an der Vorstellung haften, dass Stoffe ihre Identität bewahren. Die Veränderungen nach dem Verbrennungsvorgang werden als Stoffeigenschaftsänderung beschrieben. Ein weiteres Fünftel der Schüleraussagen entspricht dem Konzept der Transmutation. Zwar erkennen hier die Kinder, dass ein neuer Stoff entsteht, glauben aber, dass dieser aus der Flamme kommt.

Etwas wird in die Luft abgegeben

Darüber hinaus sind bzgl. der Verbrennung aber auch Vorstellungen zu finden, die davon ausgehen, dass etwas in die Luft abgegeben werde (vgl. Barke 2006, S. 43). Das Erkennen von

gasförmigen und farblosen Oxiden, die beispielsweise bei der Verbrennung von Kerzenwachs oder Holz entstehen, stellt jedoch eine große Herausforderung dar (vgl. Barke 2006, S. 46). Zudem wird bei Experimenten oft nicht zwischen offenen (Eisenwolle verbrennt an einer zuvor austarierten Balkenwaage → Massenzunahme) und geschlossenen Systemen differenziert.

Insbesondere junge Kinder bezeichnen alle gasförmigen Substanzen als „Luft“ und sehen diese eher als „Nichts“ denn als Substanz, d. h. mit einer Masse an („Luft wiegt etwas“). Differenziert wird teilweise zwischen guter und schlechter Luft.

Die Kerze an sich oder der Docht brennt

„Der Docht ist in der Vorstellung der Schüler/-innen häufig das brennbare Material. Dagegen nehmen sie an, dass Wachs lediglich dazu dient, dass der Docht länger brennt oder der Docht gehalten wird oder die Kerze duftet“

Auf einen Blick



Klasse: 3–4

Fach: Sachunterricht

Zeit: ca. 4 Unterrichtsstunden

Kompetenzen:

Bedingungen für eine Verbrennung selbstständig anhand vorgegebener Experimente erarbeiten; Möglichkeiten für das Löschen von Bränden kennen und erproben; Experimente in der Kleingruppe durchführen, Beobachtungen dokumentieren und erklären

Inhalte:

Vorhandensein brennbaren Materials, Zufuhr von Sauerstoff und Überschreiten einer spe-

zifischen Entzündungstemperatur als Bedingungen für die Verbrennung; Wegnehmen von jeweils einer dieser Bedingungen als Möglichkeit, Brände zu löschen; Sicherheitserziehung

Voraussetzungen:

sachgerechter Umgang mit Streichhölzern, sicherheitsgerechtes Entzünden und Löschen von Kerzen

Differenzierung:

durch Pflicht- und Wahlstationen

Zusätzliches Material:

An jeder Station: Zange, feuerfeste Unterlage, Wasserwanne (Löschwasser), Teelicht, Kerzen, Streichhölzer

Materialien:

Alle Materialien auf beiliegender CD (Seite 51) – editier- und differenzierbar

M1: Verbrennungsdreieck

M2: Station 1a: Was brennt?

M3: Station 1b: Wunderkerze

M4: Station 2a: Streichhölzer im Reagenzglas

M5: Station 2b: Kann ein Papierschiff feuerfest sein?

M6: Station 3: Feuer braucht Sauerstoff

M7: Station 4a: Was brennt bei einer Kerze?

M8: Station 4b: Löst sich eine Kerze in Luft auf?

M9: Station 5a: Feuer löschen

M10: Station 5b: Ich baue einen CO₂-Löcher

L1: Gefahrenhinweise und Varianten zu den Stationen

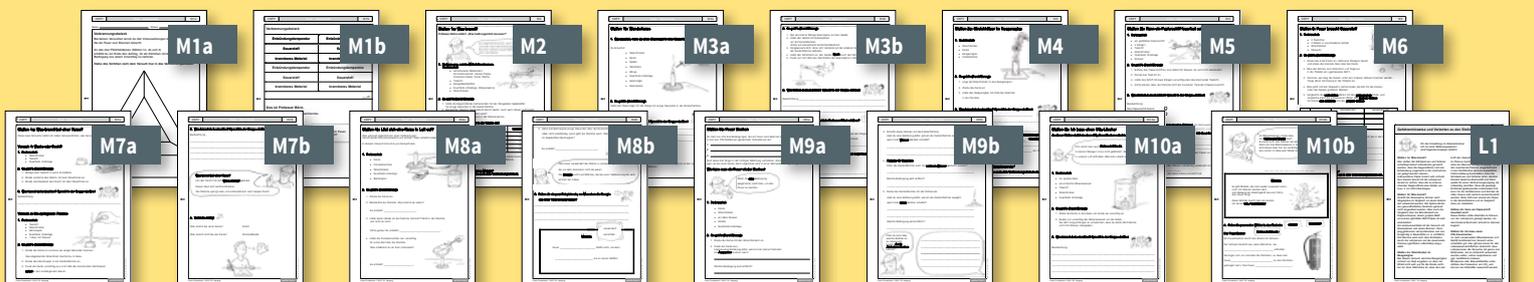
S. 12

S. 13

S. 14

S. 16

S. 17





(vgl. Steffensky 2010). Viele Schüler erkennen nicht, dass das Wachs an der Verbrennung beteiligt ist. Nina Dunker schränkt die Sichtweise der Kinder noch weiter ein, indem sie feststellt, dass „Grundschüler den Brennstoff einer Kerze auf der Dingebene diskutieren („Die Kerze an sich brennt [...]“) und weder die Bestandteile (Wachs, Docht, etc.) als mögliche Brennstoffe erken-

nen, noch die beteiligte Luft“ (Dunker 2010, S. 72).

Durch die Flamme kommt es zum Brennen

Die Schüler gehen in der Regel davon aus, dass es einen direkten Kontakt zwischen der Flamme und dem Brennmaterial braucht. „Dass es aber nicht auf die Flamme als solches ankommt,

sondern auf die Hitze und die dadurch erreichte Entzündungstemperatur, ist weniger anschaulich“ (Steffensky 2010).

Unterrichtskonzeption

Bei der Entwicklung der Unterrichtskonzeption wurde besonderen Wert auf den Einbezug und die Aufarbeitung der Schülervorstellungen gelegt. Weitere Leitlinien waren die Verwendung einer schülergerechten Fachsprache, der Aufbau eines an naturwissenschaftliche Erklärmodelle anschlussfähigen Konzepts sowie die Förderung einer intensiven Auseinandersetzung mit dem Lerngegenstand durch die starke Einbindung von Schülerexperimenten und kooperativen Lernformen.

Für die Durchführung der Experimente müssen einige Risiken in der Umsetzung berücksichtigt werden (siehe auch **L1** für die Hand der Lehrkraft). Zunächst werden gemeinsam im Plenum Sicherheitsregeln für das Experimentieren mit Feuer erarbeitet, die jeweils zu Stundenbeginn wiederholt werden. Dadurch wird ein verantwortungsbewusster Umgang mit Feuer angebahnt. Ein Streichholzführerschein zu Beginn der Sequenz sichert den ordnungsgemäßen Umgang mit dem Streichholz und die Kinder können unter Aufsicht erste Versuche mit Feuer erproben.

Professor Böрни als Leitfigur

Als Leitfigur und Experte für Verbrennungsvorgänge wird Professor Böрни anhand einer Bildkarte (**M1b**, S. 13) vorgestellt. Dieser stellt den Kindern zu Beginn die Frage: Was braucht ein Feuer zum Brennen? Die Ideen der Kinder werden auf verschiedenfarbiges Papier geschrieben und um die an der Tafel notierte Frage geclustert (Nennung von Brennstoffen: gelb, Luft/Sauerstoff: blau, Entzündungstemperatur: rot). Nach Ende der Erarbeitungsphase erfolgen Rückbezug und Ergänzungen (erfahrungsgemäß insbesondere bzgl. der Entzündungstemperatur).

Die Versuche

Unter Berücksichtigung typischer Schülervorstellungen ergeben sich



Verbrennungen und Löschmethoden

Verbrennungen sind (exotherme) chemische Reaktionen. Hierbei werden aus Ausgangsstoffen (sog. Edukte, z. B. ein Brennstoff und Sauerstoff) neue Stoffe (sog. Produkte, z. B. Kohlenstoffdioxid, Wasser, Eisenoxid, ...) gebildet (vgl. Schröder 2009). Die Produkte besitzen andere (bleibende) Eigenschaften als die Edukte. Chemische Reaktionen sind somit klar von physikalischen Vorgängen (z. B. Änderungen des Aggregatzustands) zu unterscheiden.

Drei Bedingungen zur Entstehung eines Feuers

1. **Brennstoff:** Er kann fest (Holz, Wachs), flüssig (Ethanol bzw. „Spiritus“) oder gasförmig (Erdgas) sein. „Bei festen Brennstoffen ist der Zerteilungsgrad sehr wichtig: Je feiner zerteilt der Brennstoff ist, desto mehr Oberfläche bietet er, desto mehr Sauerstoff kann an den brennbaren Stoff gelangen und desto schneller oder heftiger verbrennt der Brennstoff“ (Schröder 2009, S. 11).
2. **Sauerstoff:** der Sauerstoff muss gut an das brennbare Material gelangen können. Sauerstoff fördert die Verbrennung, ist selbst jedoch nicht brennbar.
3. **Entzündungstemperatur:** die Temperatur, auf die ein bestimmter Brennstoff erhitzt werden muss, um bei Anwesenheit von Sauerstoff in Brand zu geraten. Ein Streichholzkopf entzündet sich schon bei ca. 80°C, Zeitungspapier bei ca. 175°C und Holz zwischen 280°C und 340°C (vgl. Schröder 2009).

Löschen eines Feuers

Zum Löschen eines Feuers kann eine der folgenden Maßnahmen ergriffen werden (vgl. Ernst/Wehser 2009, S. 78):

- **Entfernen des brennbaren Stoffes** (z. B. durch Entfernen von Holzsplittern neben einem Feuer oder durch Schlagen von Waldschneisen)
- **Unterbinden der Sauerstoffzufuhr** (z. B. durch Abdecken)
- **Herabsetzen der Temperatur** des Brennstoffes unter seine Entzündungstemperatur (z. B. durch Kühlen mit Wasser)

Wasser eignet sich aufgrund seiner großen Wärmekapazität gut zum Löschen von Bränden. Allerdings gibt es auch Brände, die keinesfalls mit Wasser gelöscht werden dürfen (vgl. Ernst/Wehser 2009, S. 78):

- Brände von Flüssigkeiten, die eine geringere Dichte als Wasser aufweisen und hydrophob sind, z. B. Öl und Benzin (→ Löschen durch Abdecken, Trocken- oder Schaumfeuerlöscher)
- Brände in elektrischen Anlagen oder bei der Verwendung von Elektrogeräten (→ Trockenfeuerlöscher)
- Brände von Leichtmetallen, z. B. Aluminium und Magnesium (→ Abdecken mit trockenem Sand)

Teilhalte, die die Kinder an Experimentierstationen selbstständig erarbeiten (siehe Abb. 1, S. 8)

Erste Experimentierphase: Verbrennung

Für die Experimentierstationen ist eine Gruppenarbeit in Vierergruppen vorgesehen. Hilfreich ist eine Aufgabenteilung in Schreiber (für die Gruppenergebnisse), einen Vorleser (für die Aufgabenstellung), Materialchef (Versuchsmaterialien von der Materialtheke besorgen) und Zeitwächter.

Die Wahlstationen können jeweils direkt im Anschluss an die Pflichtstation bearbeitet werden. Für jede Pflichtstation (1a, 2a und 3; siehe **M2**, **M4**, **M6**, S.13–15) sind ca. 20 Minuten vorgesehen, wobei sich empfiehlt, diese je nach Klassengröße doppelt aufzubauen. Vor Beginn der Gruppenarbeit sollte ein Stationsrundgang mit dem Hinweis auf Gefahren und Besonderheiten durchgeführt werden.

Die Experimentieranleitungen liegen entweder an den jeweiligen Stationen aus oder sie werden im Vorfeld für jedes Kind als Forscherheft zusammengestellt, in das Ergebnisse eingetragen und aus welchem Informationen und wichtige Hintergründe vor- und nachgelesen werden können. Bezüglich der Verwendung der Musterlösungen (siehe CD) sind mehrere Varianten denkbar: Lösungsumschläge an den jeweiligen Stationen oder zentral am Pult, so dass die Kinder selbstständig und in direktem zeitlichen Zusammenhang Rückmeldung erhalten, oder sie können von der Lehrperson im Anschluss an die Gruppenarbeit zur Besprechung im Plenum verwendet werden. An den Pflichtstationen werden zusätzlich in Umschlägen Kärtchen ausgelegt, die im Laufe der Stationsarbeit als Ergebnissicherung auf das Verbrennungsdreieck (**M1**, S.12–13) geklebt werden.

Ergebnisse mit dem Vorwissen verknüpfen

Die Erkenntnisse aus den Experimenten werden nach der Durchführung in einer Plenumsphase besprochen und mit dem Vorwissen der Kinder verknüpft. Dazu werden die Schü-

lerideen aus der Einstiegsphase den drei Seiten des Verbrennungsdreiecks zugeordnet. Die Schülerinnen und Schüler können oft erkennen, dass sie vor allem verschiedene Materialien aus der Kategorie „Brennstoffe“ aufgezählt haben. Die Schülervorstellung „Feuer braucht Holz zum Brennen“ sollte in eine anschlussfähige Vorstellung „Feuer braucht brennbares Material zum Brennen“ überführt werden. Der Unterschied zwischen Luft und Sauerstoff wird thematisiert, so dass sichergestellt werden kann, dass speziell der Sauerstoff als Bestandteil der Luft für die Verbrennung notwendig ist. Zudem sollte den Lernenden auffallen, dass die Entzündungstemperatur in ihren anfänglichen Vorstellungen bzgl. der Bedingungen für ein Feuer vermutlich fehlte.

Zweite Experimentierphase: Feuer löschen

Welche Methoden es gibt, ein Feuer zu löschen, und welche der drei Bedingungen dabei jeweils beseitigt wird, erkunden die Schülerinnen und Schüler in einer zweiten Experimentierphase. Station 5a (**M9**, S.18–19/Pflichtstation) und Station 5b (**M10**/Wahlstation) werden dabei mehrfach aufgebaut.

Über die vorgegebenen Versuche hinaus ist es für die Kinder wesentlich zu erfahren, dass man Brände bei elektrischen Geräten und heißem Fett nicht mit Wasser löschen darf (siehe **M10**). In der Schule kann dies aus Sicherheitsgründen nicht experimentell überprüft werden. Trotzdem gibt es geeignete Bilder und Videos, die den Kindern gezeigt werden können. Es besteht auch die Möglichkeit, mit der Schulklasse die örtliche Feuerwehr (siehe auch den Beitrag von Beate Manchen-Bürkle, S. 28–35) zu besuchen, die einen Fettbrand-Löschversuch unter kontrollierten Bedingungen zeigen kann. So kann den Schülerinnen und Schülern ein eindrucksvolles Abschlusserlebnis ermöglicht werden, das zudem die Erkenntnisse aus der Lernumgebung bzgl. Zerteilungsgrad, Entzündungstemperatur, Wasser als Löschmittel, Abdecken oder andere Alternativen als

Löschmethode in einem neuen Zusammenhang aufgreift (Transfer). ●

Literatur

Anderson, Björn R.: Pupils' explanations of some aspects of chemical reactions. In: Science Education 70 (5)/1986, S. 549-563

Anderson, Björn R.: Pupils' Conceptions of Matter and its Transformation (age 12-16). In: Studies in Science Education 18/1990, S. 53-85

Barke, Hans-Dieter: Chemiedidaktik. Diagnose und Korrektur von Schülervorstellungen. Berlin/Heidelberg 2006

Dunker, Nina: Concept Mapping im Naturwissenschaftlichen Sachunterricht. Didaktische Rekonstruktion des Lerngegenstandes Feuer und Verbrennungsprozesse (Dissertation). Oldenburg 2010, unter oops.uni-oldenburg.de/1021/1/Dunker_Druckversion_05.03.2012.pdf

Ernst, Christine/Wehser, Adria (Hrsg.): Du-den Chemie. Gesamtband Sekundarstufe I. Berlin 2009.

Rahayu, Sri/Tytler, Russell: Progression in primary school children's conceptions of burning: Toward an understanding of the concept of substance. In: Research in Science Education, Heft 29(3) 1999, S. 295-312

Schröder, Sabine: Erwünschte Verbrennungen – unerwünschte Folgen? Berlin 2009

Steffensky, Mirjam: Fachdidaktische Informationen unter: www.supra-lernplattform.de/index.php/lernfeld-natur-und-technik/verbrennung/fachdidaktische-informationen, 2010

Die Autorinnen

Dr. Anja Göhring



ist Professorin und Projektleiterin des Modellversuchs Naturwissenschaft und Technik (NWT) an der Universität Regensburg.

Christina Priller



ist Lehramtsanwärtin an einer Grundschule in Regensburg.

Suzanne Friedrich



ist Sprecherzieherin (univ.) und studiert derzeit Grundschullehramt an der Universität Regensburg.

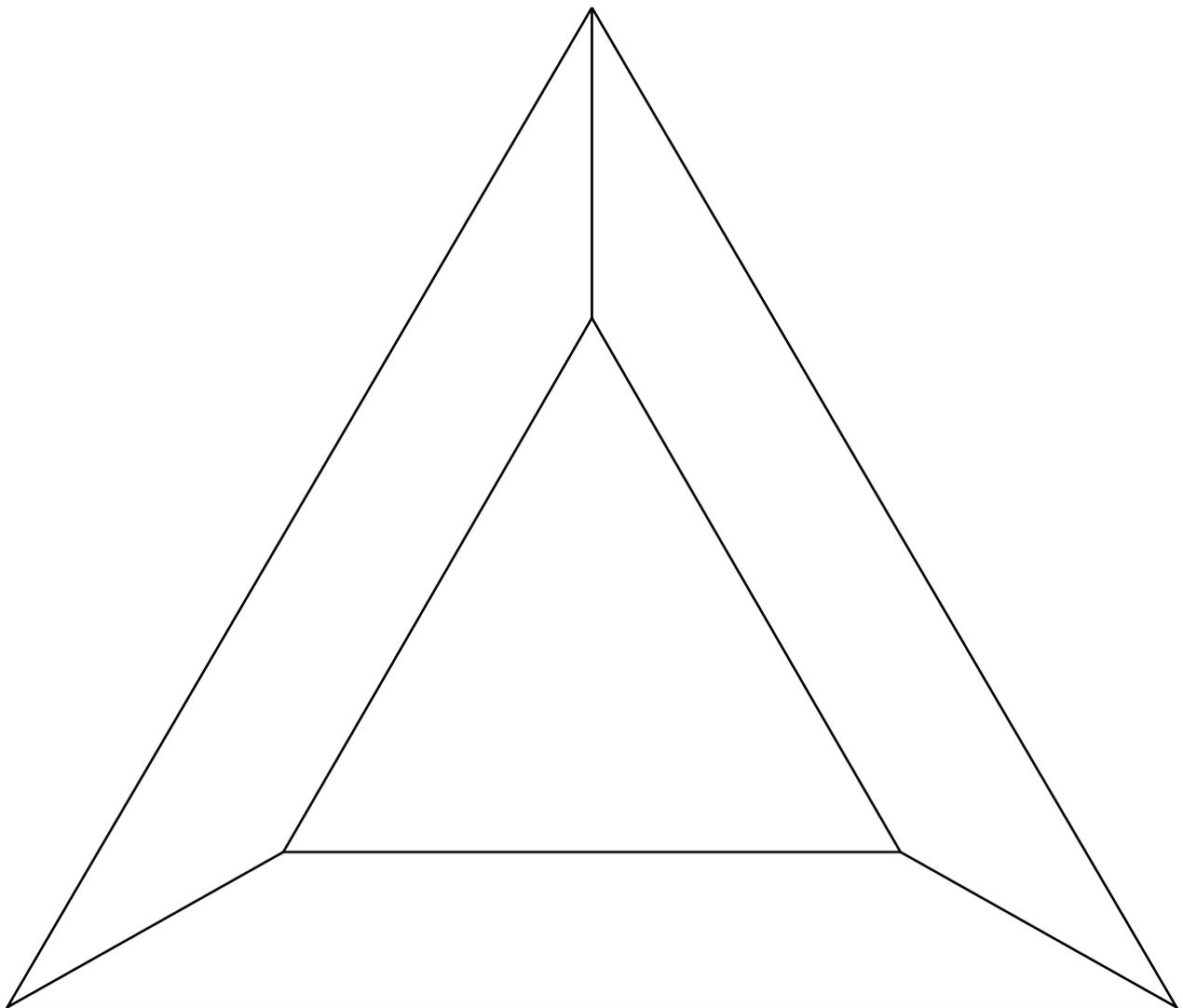
Name: _____ Klasse: _____ Datum: _____

Verbrennungsdreieck

Bei deinen Versuchen lernst du drei Voraussetzungen kennen, die ein Feuer zum Brennen braucht.

An den drei Pflichtstationen (Station 1a, 2a und 3) erhältst du am Ende den Auftrag, dir ein Kärtchen mit der jeweiligen Bedingung aus einem Umschlag zu nehmen.

Klebe das Kärtchen nach dem Versuch hier in das Verbrennungsdreieck.



Verbrennungsdreieck



Entzündungstemperatur	Entzündungstemperatur
Sauerstoff	Sauerstoff
brennbares Material	brennbares Material
Entzündungstemperatur	Entzündungstemperatur
Sauerstoff	Sauerstoff
brennbares Material	brennbares Material



Das ist Professor Börni.

Er begleitet dich bei den Experimenten.



Was braucht ein Feuer,
damit es brennt?

Station 1a: Was brennt?

Professor Börni erklärt: „Was heißt eigentlich brennen?“



Ein Gegenstand brennt, wenn er **Flammen** bildet. Und auch nach der Entzündung weiterbrennt. Bei einer Verbrennung entstehen auch Licht und Wärme.

1. Probiere aus, welche Materialien brennen.

Du brauchst:

- verschiedene Materialien:
Sonnenblumenöl, nasses Papier, trockenes Papier, Sand, Wachs
- Teelicht
- Zange/Spatellöffel
- feuerfeste Unterlage, Wasserwanne
- Streichhölzer



2. So geht's (Durchführung):

1. Halte die Gegenstände nacheinander mit der Zange/dem Spatellöffel für einige Sekunden in die Kerzenflamme.
2. Beobachte: Welcher Gegenstand brennt weiter, auch wenn dieser nicht mehr in die Kerzenflamme gehalten wird?
3. Lösche das jeweilige Material in der Wasserwanne.

3. Trage deine Beobachtungen in die Tabelle ein!

Gegenstände	brennt	brennt nicht
Sonnenblumenöl	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
nasses Papier	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
trockenes Papier	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Sand	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Wachs	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Bei diesem Versuch hast du bemerkt, dass manche Gegenstände brennen und andere nicht. Papier ist zum Beispiel ein brennbares Material.

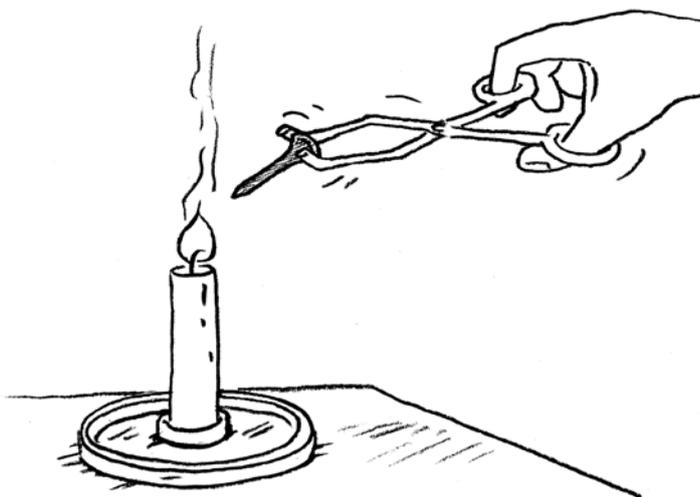
Nimm dir das Kärtchen „brennbares Material“ aus dem Umschlag 1a und klebe es in dein Verbrennungsdreieck.

Station 1b: Wunderkerze

1. Was passiert, wenn du einen Eisennagel in eine Kerzenflamme hältst?

Du brauchst:

- Streichhölzer
- Kerze
- Spatel
- Strohhalm
- Zange
- feuerfeste Unterlage
- Eisennagel
- Eisenspäne



2. So geht's (Durchführung):

Halte den Eisennagel mit der Zange für einige Sekunden in die Kerzenflamme.



3. Was kannst du beobachten? Sprecht in der Gruppe darüber!

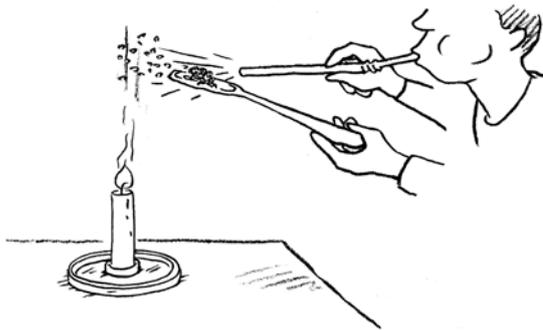
Beobachtung: _____

4. Was passiert, wenn du Eisenspäne erhitzt?

Eisenspäne bestehen aus Eisen. Das heißt, der Eisennagel ist so fein zerkleinert, dass nur noch Eisenspäne übrig bleiben.

5. So geht's (Durchführung):

1. Gib eine kleine Menge Eisenspäne auf den Spatel.
2. Halte den Spatel mit Eisenspänen vor die Kerzenflamme. Achte auf ausreichend Sicherheitsabstand!
3. Vergewissere dich, dass sich niemand auf der anderen Seite der Kerzenflamme befindet.
4. Halte den Strohhalm vor den Spatel. **Nicht** durch den Strohhalm einatmen!
5. Puste nun mit Hilfe des Strohhalms die Eisenspäne in Richtung Flamme.



6. Was kannst du beobachten? Sprecht in der Gruppe darüber!



Beobachtung: _____

7. Wie könntest du das Beobachtete Professor Böрни erklären?
 Schreibe zu Ende!



Der Nagel brennt nicht, weil der Sauerstoff nicht in das Innere des Nagels gelangt, sondern nur außen an den Nagel. Außen wird der Nagel schwarz.

Die Eisenspäne brennen, da _____

* Zusatzaufgabe: Was braucht man zum Anzünden eines Lagerfeuers? Kreuze an!

Dünne Äste

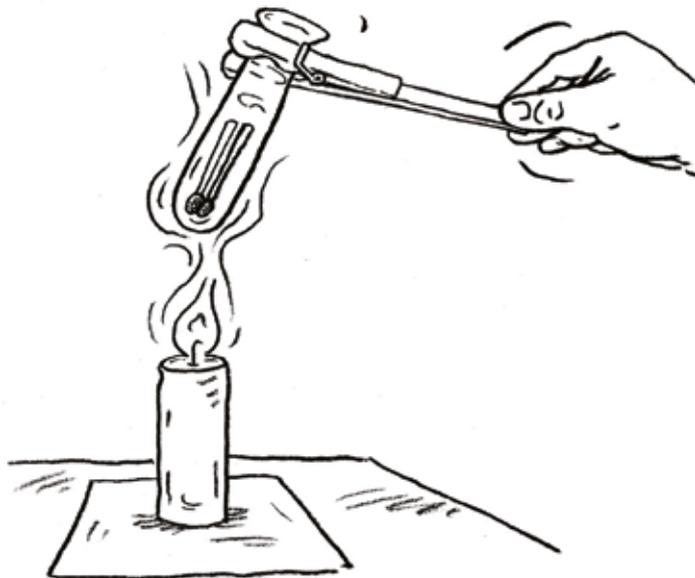
Dicke Äste

Begründung: _____

Station 2a: Streichhölzer im Reagenzglas

1. Du brauchst:

- Streichhölzer
- Kerze
- Reagenzglas
- Holzklammer



2. So geht's (Durchführung):

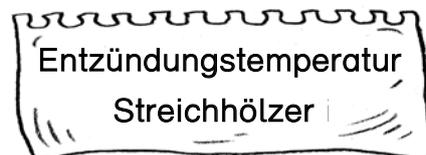
1. Lege die Streichhölzer in das Reagenzglas.
2. Zünde die Kerze an.
3. Halte das Reagenzglas mit Hilfe der Klammer in die Flamme.

3. Was kannst du beobachten? Sprecht in der Gruppe darüber!

Beobachtung: _____



4. Trage deine Begründung in den Lückentext ein!



Die Flamme muss die _____ nicht berühren.

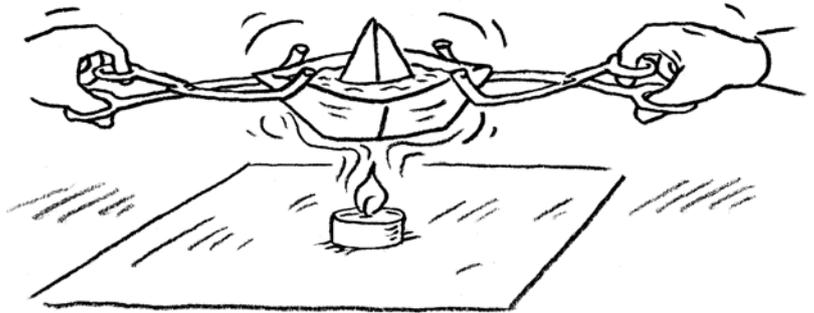
Es kommt auf die _____ der Streichhölzer an, ob diese zu brennen beginnen.

Nimm dir das Kärtchen „Entzündungstemperatur“ aus dem Umschlag 2a und klebe es in dein Verbrennungsdreieck ein.

Station 2b: Kann ein Papierschiff feuerfest sein?

1. Du brauchst:

- ein gefaltetes Papierschiff
- 2 Zangen
- Teelicht
- Streichhölzer
- feuerfeste Unterlage
- Wasser



2. So geht's (Durchführung):

1. Befülle das Papierschiff bis zum Rand mit Wasser. Es soll nicht überlaufen!
2. Zünde das Teelicht an.
3. Halte das Schiff mit zwei Zangen vorsichtig über das brennende Teelicht.
4. Achte darauf, dass die Flamme nicht die trockenen Teile des Papiers berührt!

3. Was kannst du beobachten? Sprecht in der Gruppe darüber!

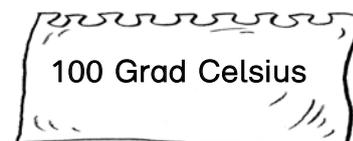
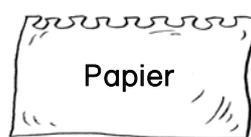
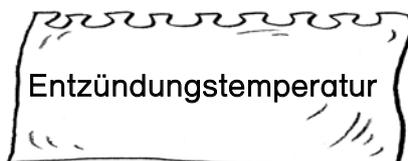


Beobachtung:

Das Papierschiff brennt.

Das Papierschiff brennt nicht.

4. Fülle die Lücken mit den entsprechenden Wörtern! Ein Wort kommt zwei Mal vor.



Wasser verdampft bereits bei _____.

Papier brennt aber erst, wenn eine _____

von etwa 200 Grad Celsius erreicht ist. Das Wasser kühlt das Papier so stark ab, dass die _____

nicht mehr erreicht wird.

Das Schiff brennt erst dann, wenn das Wasser vollständig verdampft ist und

das _____

seine Entzündungstemperatur von 200 Grad Celsius erreicht hat.

Station 3: Feuer braucht Sauerstoff

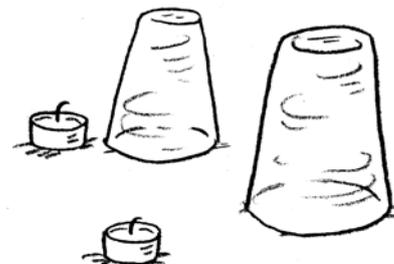
1. Du brauchst:

- 3 Teelichter
- 3 Gläser in verschiedener Größe
- Streichhölzer
- Stoppuhr



2. So geht's (Durchführung):

1. Zünde die erste Kerze an, halte eine Stoppuhr bereit und stülpe das kleinste Glas über die Kerze.
2. Miss die Zeit bis zum Erlöschen und trage sie in die Tabelle ein („gemessene Zeit“).
3. Vermute, wie lang die Kerzen unter den anderen Gläsern brennen werden. Trage deine Vermutung in die Tabelle ein.
4. Miss jetzt (mit der Stoppuhr) nacheinander die Zeit für die Kerzen unter den beiden größeren Gläsern.
5. Vergleiche die **vermuteten** Zeiten mit den **gemessenen** Zeiten und vergleiche dann die gemessenen Zeiten des **kleinen Glases** mit denen **des mittleren** und des **großen Glases**.



		vermutete Zeit	gemessene Zeit
Glas 1	250 ml		
Glas 2	500 ml		
Glas 3	1000 ml oder 1 l		

Feuer braucht Luft zum Brennen, genauer gesagt Sauerstoff, der in der Luft enthalten ist.

Bei diesem Versuch hast du beobachten können:

Je weniger Luft vorhanden ist, desto _____

Nimm das Kärtchen „Sauerstoff“ aus dem Umschlag 3 und klebe es in dein Verbrennungsdreieck ein.

Station 4a: Was brennt bei einer Kerze?

Diese zwei Versuche helfen dir dabei herauszufinden, was bei einer Kerze brennt.

Versuch 1: Wachs oder Docht?

1. Du brauchst:

- Streichhölzer
- Teelicht
- feuerfeste Unterlage



2. So geht's (Durchführung):

1. Zerlege das Teelicht in seine Einzelteile.
2. Zünde zunächst das Wachs mit dem Streichholz an.
3. Zünde anschließend den Docht mit dem Streichholz an.

3. Was kannst du beobachten? Sprecht in der Gruppe darüber!

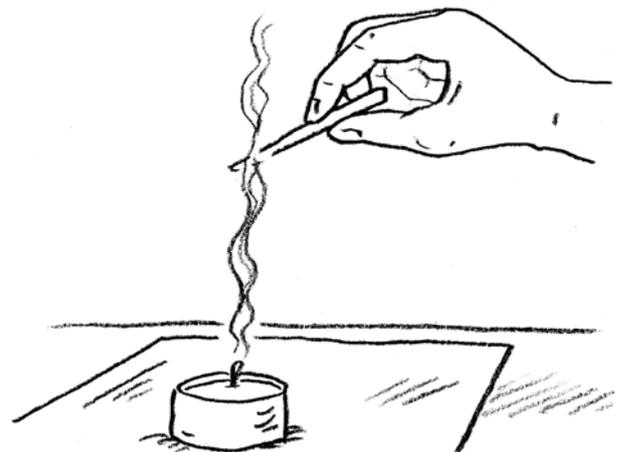
Beobachtung:



Versuch 2: Die springende Flamme

1. Du brauchst:

- Teelicht
- Streichhölzer
- Glimmspan
- feuerfeste Unterlage
- 1 Glas mit Wasser



2. So geht's (Durchführung):

1. Zünde die Kerze an und lass sie einige Sekunden brennen.

Das abgebrannte Streichholz löschst du im Glas.

2. Zünde den Glimmspan in der Kerzenflamme an.
3. Puste die Kerze vorsichtig aus und halte den brennenden Glimmspan **sofort** in den aufsteigenden Rauch.

3. Was kannst du beobachten? Sprecht in der Gruppe darüber!

Beobachtung:



Was brennt bei einer Kerze?

Um den Docht hat sich **Wasserdampf** gebildet.

Dieser lässt sich leicht entzünden.

Die Flamme springt über und entzündet den noch heißen Docht.



4. Verbinde richtig!



Was brennt bei einer Kerze?

Docht

Was brennt nicht bei der Kerze?

Wachsdämpfe



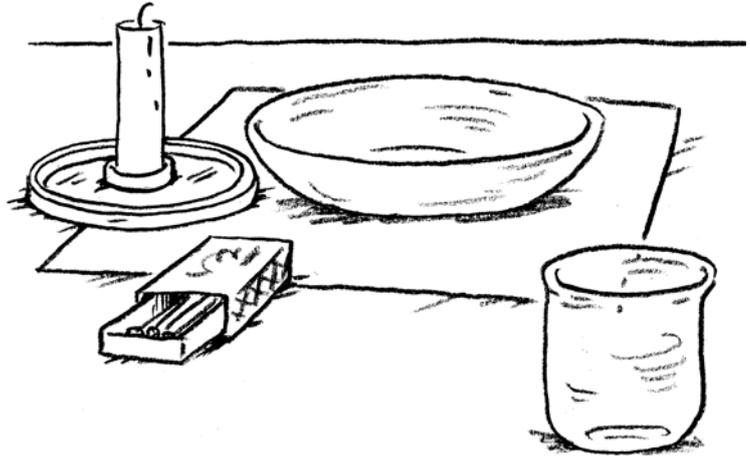
Station 4b: Löst sich eine Kerze in Luft auf?

Was passiert eigentlich bei einer Verbrennung?
Verschwindet das Kerzenwachs auf einmal? Oder entsteht etwas Neues, anderes?

In diesem Versuch kannst du es herausfinden.

1. Du brauchst:

- Kerze
- Porzellanschale
- Streichhölzer
- feuerfeste Unterlage
- Becherglas



2. So geht's (Durchführung):

1. Zünde die Kerze an.
2. Beobachte die Flamme. Was kannst du sehen?

Es entsteht _____.

3. Halte deine Hände an die Flamme (Vorsicht! Nicht in die Flamme und nicht zu nah!)

Fühle genau! Es entsteht _____.

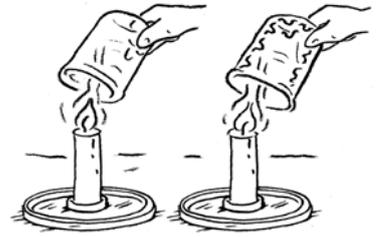
4. Halte die Porzellanschale nun vorsichtig für kurze Zeit über die Flamme.
Was entdeckst du an ihrer Unterseite?

Es entsteht _____.



5. Halte das Becherglas einige Sekunden über die Kerzenflamme (aber nicht vollständig, sonst geht die Flamme aus!). Was entdeckst du im abgekühlten Becherglas?

Es entsteht _____.



Das Feuer verwandelt das Wachs in andere Dinge, die vor dem Anzünden nicht da waren.
Die **Energie** (Licht und Wärme), die bei einer Verbrennung frei wird, können wir nutzen.

3. Fallen dir ein paar Beispiele ein, wo Menschen die Energie aus einer Verbrennung nutzen?



MERKE:

" " verwandelt
 " " vernichtet

Feuer _____ Stoffe nicht, sondern
 _____ sie zu neuen Stoffen.

Station 5a: Feuer löschen

Du hast nun alle drei Bedingungen, die ein Feuer zum Brennen braucht, in den drei Pflichtstationen gesammelt. Schreibe sie auf.

1. _____
2. _____
3. _____

Sind diese drei Dinge in der richtigen Mischung vorhanden, brennt das Feuer – egal, ob bei einer Kerze, beim Lagerfeuer oder in einer Müllverbrennungsanlage.

Wie kann man ein Feuer wieder löschen?



1. Du brauchst:

- Kerze
- Streichhölzer
- ein Glas Wasser
- Schale
- feuerfeste Unterlage

2. So geht's (Durchführung):

1. Zünde die Kerze mit den Streichhölzern an.
2. Puste die Kerze aus.
Hast du eine Erklärung dafür, warum man kleine Flammen mit **Auspusten** löschen kann?

Welche Bedingung wird entfernt?

3. Schütte etwas Wasser auf die Kerzenflamme.

Hast du eine Erklärung dafür, warum die Kerzenflamme ausgeht, wenn man **Wasser** darüber schüttet?



4. Aufgabe für Experten:

Kann die Kerzenflamme auch mit **warmem Wasser** gelöscht werden?

Welche Bedingung wird entfernt?

5. Decke die Kerzenflamme mit der Schale ab.

Hast du eine Erklärung dafür, warum die Kerzenflamme ausgeht, wenn man **Sand** darüber schüttet?



Welche Bedingung wird entfernt?

Hast du eine Idee, welche Brände du zu Hause am besten **durch Abdecken löschen** kannst?



Station 5b: Ich baue einen CO₂-Löscher

An dieser Station darfst du einen CO₂-Feuerlöscher selbst herstellen.



CO₂ nennt man auch **Kohlenstoffdioxid**.

In kleinen Mengen ist es nicht gefährlich. Wie Sauerstoff ist es in unserer Luft enthalten. Man kann damit sogar Brände löschen.

1. Du brauchst:

- ein großes Glas
- eine Flasche Mineralwasser
- Teelicht
- Streichhölzer
- feuerfeste Unterlage



2. So geht's (Durchführung):

1. Stelle die Kerze in das Glas und zünde sie vorsichtig an.
2. Gieße nun vorsichtig das Mineralwasser um die Kerze. Sie darf ruhig anfangen zu schwimmen, aber du darfst die Flamme nicht mit Wasser übergießen.

3. Was kannst du beobachten? Sprecht in der Gruppe darüber!



Beobachtung:



Im Mineralwasser ist das Gas, das **Kohlenstoffdioxid** heißt. Es lässt auch das Wasser sprudeln. Wenn du das Mineralwasser in das Glas gießt, wird dieses Gas frei. Es verdrängt ein anderes Gas, das vorher im Glas war! Weißt du welches?

MERKE:

Es gibt Brände, die man weder auspusten kann, noch mit Wasser löschen darf, zum Beispiel ein Elektrogerät (wie ein Föhn), das Feuer fängt.

Diese Brände löscht man am besten mit einem **CO₂-Feuerlöscher**.



4. Setze die passenden Wörter in den Text ein:

Kohlenstoffdioxid

erlischt

Sauerstoff

Der Feuerlöscher

Ein Feuerlöscher löscht den Brand mit Schaum.

Der Schaum besteht aus vielen Bläschen, die _____ enthalten.

Sie legen sich um und über die Flammen, so dass kein neuer _____ zu den Flammen gelangen kann. Das Feuer _____ .





Für die Umsetzung im Klassenzimmer mit nur einer Betreuungsperson sind folgende Hinweise nützlich:

Station 1a: Was brennt?

Hier sollten die Schülerinnen und Schüler unbedingt darauf aufmerksam gemacht werden, dass die Gegenstände nach der Entzündung umgehend in die Löschschüssel gelegt werden müssen.

Insbesondere Papier brennt sehr schnell. Aus diesem Grund hat die Lehrperson darauf zu achten, dass die zu untersuchenden Gegenstände eine Größe von max. 2 cm nicht übersteigen.

Station 1b: Wunderkerze

Anstatt der Eisenspäne können auch Sägespäne im Vergleich zu einem kleinen Ast verwendet werden. Die Späne dürfen aus gesundheitlichen Gründen generell nicht eingeatmet werden. Aber auch der Vergleich über die Brennbarkeit von Papierschnipsel, einem großem Blatt und einem gefalteten Blatt Papier ist sehr eindrücklich.

Am eindrucksvollsten ist der Versuch mit Eisenspänen und einem Brenner. Campinggasbrenner sind problemlos und kostengünstig in Baumärkten o. ä. erhältlich. Der Brenner wird nach dem Entzünden durch die Lehrperson auf die rauschende Flamme (geöffnete Luftschlitze) eingestellt.

Station 2a: Streichhölzer im Reagenzglas

Bei diesem Versuch wird das Reagenzglas schnell von Ruß umgeben, so dass der Effekt nicht sehr gut für die Kinder sichtbar ist. Eine Alternative ist, dass die Lehr-

kraft den Versuch mit einem Gasbrenner im Plenum durchführt. Dabei ist wichtig, dass der Brenner analog zu Station 1b auf die rauschende Flamme eingestellt wird. In der Fachliteratur wird als wesentliche Fehlvorstellung beschrieben, dass die Schülerinnen und Schüler einen direkten Kontakt zwischen Brennstoff und Zündquelle für einen Verbrennungsvorgang als notwendig erachten. Dass die jeweilige Entzündungstemperatur entscheidend ist, kann für die Schülerinnen und Schüler darüber hinaus sehr einfach veranschaulicht werden. Dazu hält man einmal ein Papier in die Kerzenflamme und im Vergleich dazu ein Holzstück.

Station 2b: Kann ein Papierschiff feuerfest sein?

Diese Station sollte ebenfalls im Plenum von der Lehrperson gezeigt werden, da das trockene Boot sehr schnell zu brennen beginnt.

Station 5b: Ich baue einen CO₂-Feuerlöscher

Je nach verwendetem Mineralwasser und Gefäß funktioniert der Versuch unterschiedlich gut. Hier gilt wie immer für den naturwissenschaftlichen Unterricht, dass Lehrpersonen die Versuche mit genau den Materialien, die im Unterricht verwendet werden sollen, vorher ausprobieren und ggf. modifizieren müssen. Backpulver oder Brausetabletten unterstützen das Freiwerden von CO₂ und können als Hilfsmittel verwendet werden.